UNIVERSAL ROBOTS

Manual de usuario

1 de agosto de 2013

Robot:
UR5

SN UR5: _____

SN CB2: _____

La información incluida aquí es propiedad de Universal Robots A/S y no se debe reproducir total ni parcialmente sin el consentimiento previo por escrito de Universal Robots A/S. La información aquí incluida está sujeta a cambios sin previo aviso y no se debe redactar de modo que constituya una obligación por parte de Universal Robots A/S. El presente manual se somete a revisiones periódicas.

Universal Robots A/S no asume responsabilidad alguna por los errores u omisiones presentes en este documento.

Copyright ©2012 de Universal Robots A/S

El logotipo de Universal Robots es una marca comercial registrada de Universal Robots A/S.

Índice general

1. Inicio **5**
- 1.1. Introducción . . . 5
  - 1.1.1. El robot . . . 6
  - 1.1.2. Programas . . . 6
  - 1.1.3. Evaluación de seguridad . . . 7
- 1.2. Encendido y apagado . . . 7
  - 1.2.1. Encendido de la caja del controlador . . . 7
  - 1.2.2. Encendido del robot . . . 7
  - 1.2.3. Inicialización del robot . . . 7
  - 1.2.4. Cierre del robot . . . 8
  - 1.2.5. Cierre de la caja del controlador . . . 8
- 1.3. Inicio rápido paso a paso . . . 8
- 1.4. Instrucciones de montaje . . . 10
  - 1.4.1. Espacio de trabajo del robot . . . 10
  - 1.4.2. Montaje del robot . . . 10
  - 1.4.3. Montaje de la herramienta . . . 10
  - 1.4.4. Montaje de la caja del controlador . . . 11
  - 1.4.5. Montaje de la consola portátil . . . 11
  - 1.4.6. Conexión del cable del robot . . . 11
  - 1.4.7. Conexión del cable de alimentación . . . 11

2. Interfaz eléctrica **15**
- 2.1. Introducción . . . 15
- 2.2. Avisos importantes . . . 15
- 2.3. La interfaz de seguridad . . . 16
  - 2.3.1. Interfaz de parada de emergencia . . . 16
  - 2.3.2. La interfaz de protección . . . 19
  - 2.3.3. Continuar automáticamente tras parada de protección . . . 20
- 2.4. E/S de controlador . . . 21
  - 2.4.1. Salidas digitales . . . 22
  - 2.4.2. Entradas digitales . . . 23
  - 2.4.3. Salidas analógicas . . . 24
  - 2.4.4. Entradas analógicas . . . 25
- 2.5. E/S de herramienta . . . 27
  - 2.5.1. Salidas digitales . . . 28
  - 2.5.2. Entradas digitales . . . 28
  - 2.5.3. Entradas analógicas . . . 29

3. Seguridad **31**
- 3.1. Introducción . . . 31
- 3.2. Documentación reglamentaria . . . 31
- 3.3. Evaluación de riesgos . . . 32

3.4. Situaciones de emergencia 33

4. Garantías 35
4.1. Garantía del producto 35
4.2. Descargo de responsabilidad 35

5. Declaración de incorporación 37
5.1. Introducción 37
5.2. Fabricante del producto 37
5.3. Persona autorizada para recopilar la documentación técnica . . . 37
5.4. Descripción e identificación del producto 37
5.5. Requisitos esenciales 38
5.6. Datos de contacto de la autoridad nacional 40
5.7. Aviso importante 40
5.8. Lugar y fecha de la Declaración 40
5.9. Identidad y firma de la persona facultada 41

A. Certificaciones 43

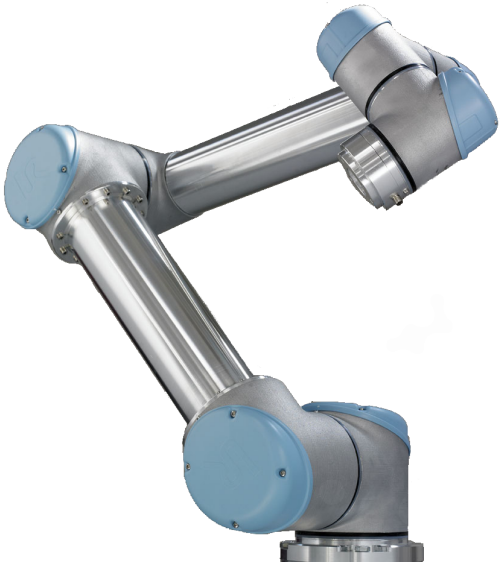
All Rights Reserved

Capítulo 1

Inicio

1.1. Introducción

Gracias por comprar el robot universal, UR5.

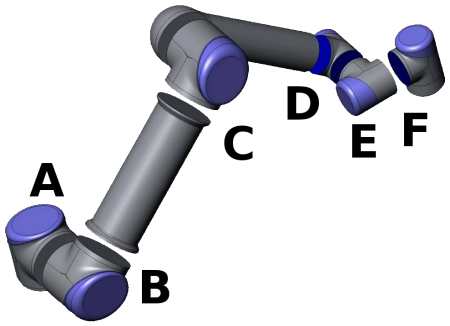


El robot es una máquina que puede programarse para mover una herramienta y comunicarse con otras máquinas por medio de señales eléctricas. Con nuestra interfaz de programación patentada, PolyScope, es fácil programar el robot para mover la herramienta en la trayectoria deseada. PolyScope se describe en el manual de PolyScope.

Se espera que quien lea el presente manual sea una persona con conocimientos técnicos, familiarizada con los conceptos básicos de programación, capaz de conectar un cable a un terminal de tornillo y de taladrar agujeros en una chapa metálica. No se requieren conocimientos especiales sobre robótica en general ni sobre Universal Robots en particular.

El resto de este capítulo es una pequeña introducción que se da antes de empezar a trabajar con el robot.

1.1.1. El robot



El robot en sí se compone de un brazo de tubos de aluminio extruido y juntas articuladas. Las juntas reciben la denominación A:*base*, B:*hombro*, C:*codo* y D,E,F:*muñecas 1, 2, 3*. La base es donde va montado el robot y el extremo opuesto (*muñeca 3*) es donde va acoplada su herramienta. Coordinando el movimiento de cada junta articulada, el robot puede mover su herramienta libremente, a excepción del área justo encima y debajo del mismo y, por supuesto, de las limitaciones de alcance del robot ($850mm$ desde el centro de la base).

1.1.2. Programas

Un programa es una lista de comandos que le dicen al robot lo que tiene que hacer. La interfaz de usuario *PolyScope*, descrita en el manual de PolyScope, permite programar el robot a personas con pocos conocimientos de programación. En la mayoría de tareas, para programar se usa el panel táctil sin tener que teclear complicados comandos.

Dado que el movimiento de la herramienta es una parte importante del programa de un robot, resulta esencial enseñar a moverse al robot. En PolyScope, los movimientos de la herramienta se indican mediante una serie de *puntos de paso*. Cada punto de paso es un punto en el espacio de trabajo del robot.

Puntos de paso

Un punto de paso es un punto en el espacio de trabajo del robot. Un punto de paso puede establecerse moviendo el robot a una determinada posición o puede calcularse mediante software. Para realizar una tarea, el movimiento del robot sigue una secuencia de puntos de paso. En el programa pueden darse varias opciones sobre la manera de moverse el robot entre dichos puntos.

Definir los puntos de paso, mover el robot. La forma más fácil de definir un punto de paso es mover el robot a la posición deseada, lo que puede hacerse de dos formas: 1) Colocando simplemente el robot al tiempo que se pulsa el botón .Enseñar.en la pantalla táctil (véase el manual de PolyScope). 2) Usando la pantalla táctil para mover la herramienta linealmente o mover cada junta articulada de manera individual.

Transiciones. De manera predeterminada, el robot se detiene en cada punto de paso. Si se da libertad al robot de decidir cómo acercarse al punto de paso, es posible completar la trayectoria deseada de forma más rápida y sin detenerse. Esta libertad se determina ajustando un *radio de transición* para el punto

All Rights Reserved

de paso, es decir, que una vez que el robot esté a cierta distancia del punto de paso, el robot puede decidir desviarse de la trayectoria. Normalmente, un radio de transición de 5-10 cm suele ofrecer buenos resultados.

Funciones

Además de moverse por puntos de paso, el programa puede enviar señales de entrada/salida (E/S) a otras máquinas en determinados puntos de la trayectoria del robot y ejecutar comandos del tipo `si...entonces` y `bucle`, basándose en variables y señales de E/S.

1.1.3. Evaluación de seguridad

El robot es una máquina y como tal requiere una evaluación de seguridad para cada instalación. El capítulo 3.1 describe cómo realizar una evaluación de seguridad.

1.2. Encendido y apagado

En los siguientes subapartados se describe cómo activar y desactivar las distintas partes del sistema robótico.

1.2.1. Encendido de la caja del controlador

La caja del controlador se enciende pulsando el botón de encendido que hay en la parte frontal de la consola portátil. Una vez activada la caja del controlador, aparecerá gran cantidad de texto en la pantalla. Al cabo de unos 20 segundos, aparecerá el logotipo de Universal Robot con el texto Çargando". A los 40 segundos aproximadamente, aparecerán algunos botones en la pantalla y un mensaje emergente indicando al usuario que debe ir a la pantalla de inicialización.

1.2.2. Encendido del robot

El robot puede activarse si la caja del controlador está encendida y si no se ha activado ningún botón de parada de emergencia. El robot debe encenderse en la pantalla de inicialización tocando el botón .Encenderz a continuación pulsando Ïniciar". Al ponerse en marcha el robot, se oye el ruido de los frenos desbloqueándose. Una vez encendido el robot, hay que inicializarlo para que pueda empezar a trabajar.

1.2.3. Inicialización del robot

Cuando el robot esté activado, cada una de sus juntas articuladas tiene que encontrar su posición exacta; para ello, es necesario que se muevan las juntas articuladas. La cantidad de movimiento necesario depende del tipo y de la posición de la junta articulada. Las juntas articuladas pequeñas necesitan moverse entre 22,5° y 45°, las juntas articuladas grandes necesitan moverse la mitad como mucho, la dirección de rotación no tiene importancia. La pantalla de inicialización, que se indica en la figura 1.1, permite el accionamiento

All Rights Reserved

Figura 1.1: Pantalla de inicialización

manual y semiautomático de las juntas articuladas del robot. Durante este proceso, el robot no puede evitar por sí solo chocar con partes suyas u objetos del entorno. Por tanto, deberá tenerse precaución.

El botón *Auto* cerca de la parte superior de la pantalla acciona todas las juntas articuladas hasta que están listas. Al soltar y volver a pulsar, todas las juntas cambian de dirección de accionamiento. Los botones *Manual* permiten el accionamiento manual de cada junta articulada.

Se facilita una descripción más detallada de la pantalla de inicialización en el manual de PolyScope.

1.2.4. Cierre del robot

El robot puede apagarse tocando el botón .Apagar"de la pantalla de inicialización. La mayoría de usuarios no necesitan usar esta función dado que el robot se apaga automáticamente al hacerlo la caja del controlador.

1.2.5. Cierre de la caja del controlador

Para apagar el sistema, pulse el botón de encendido verde de la pantalla o use el botón Çerrar.en la pantalla de bienvenida.

Si se apaga tirando del cable eléctrico de la toma de corriente, el sistema de archivos podría dañarse y provocar fallos de funcionamiento del robot.

1.3. Inicio rápido paso a paso

Para instalar rápidamente el robot, siga estos pasos:

1. Desembale el robot y la caja del controlador.
2. Monte el robot sobre una superficie resistente.

All Rights Reserved

3. Coloque la caja del controlador sobre su pie.
4. Enchufe el cable del robot en el conector que hay en la parte inferior de la caja del controlador.
5. Conecte el enchufe de alimentación de la caja del controlador.
6. Pulse el botón de parada de emergencia de la parte frontal de la consola portátil.
7. Pulse el botón de encendido de la consola portátil.
8. Espere un minuto hasta que el sistema se inicie y muestre texto en la pantalla táctil.
9. Cuando el sistema esté listo, aparecerá un mensaje emergente en la pantalla táctil indicando que se ha pulsado el botón de parada de emergencia.
10. Toque el botón `OK` del aviso emergente.
11. Desbloquee los botones de parada de emergencia. El estado del robot cambiará de "Parado por emergencia.ª .Apagado de robot".
12. Toque el botón `Encender` en la pantalla táctil. Espere unos segundos.
13. Toque el botón `Iniciar` en la pantalla táctil. El robot hará un ruido y se moverá un poco mientras desbloquea los frenos.
14. Toque las flechas azules y mueva las juntas articuladas hasta que todas las "luces"de la parte derecha de la pantalla se pongan de color "verde". Tenga cuidado de no accionar el robot ni nada.
15. Ahora todas las juntas articuladas están `bien`. Toque el botón OK para abrir la pantalla de `bienvenida`.
16. Toque el botón `PROGRAMAR robot` y seleccione `Programa vacío`.
17. Toque el botón `Siguiente` (parte inferior derecha) para que la línea `<empty>` aparezca seleccionada en la estructura del árbol de la izquierda de la pantalla.
18. Vaya a la ficha `Estructura`.
19. Toque el botón `Mover`.
20. Vaya a la ficha `Comando`.
21. Pulse el botón `Siguiente` para acceder a los ajustes de `Punto de paso`.
22. Pulse el botón `Fijar este punto de paso` que hay al lado de la imagen ¿".
23. En la pantalla `Mover` mueva el robot o bien pulsando los distintos botones de flecha o manteniendo pulsado el botón `Enseñar`, localizado en la parte trasera de la consola portátil, al tiempo que coloca manualmente el brazo robótico.
24. Pulse `OK`.
25. Pulse `Añadir punto de paso`.

All Rights Reserved

26. Pulse el botón `Fijar este punto de paso` que hay al lado de la imagen ¿".

27. En la pantalla `Mover` mueva el robot o bien pulsando los distintos botones de flecha o manteniendo pulsado el botón `Enseñar`, al tiempo que coloca manualmente el brazo robótico.

28. Pulse `OK`.

29. Su programa está listo. El robot se moverá entre los dos puntos al pulsar el símbolo de reproducción. Apártese, tenga a mano el botón de parada de emergencia y pulse Reproducir".

30. ¡Enhorabuena! Ya ha generado su primer programa que mueve el robot entre dos posiciones dadas. No olvide que tiene que realizar una evaluación de riesgos y mejorar la seguridad general antes de poner el robot a trabajar.

1.4. Instrucciones de montaje

El robot se compone fundamentalmente de seis juntas articuladas robóticas y dos tubos de aluminio, que conectan la *base* del robot con la herramienta *del mismo*. El robot está diseñado de manera que la herramienta pueda trasladarse y girarse dentro de su espacio de trabajo. Los subapartados siguientes describen los aspectos básicos que hay que conocer a la hora de montar las distintas piezas del sistema robótico.

1.4.1. Espacio de trabajo del robot

El espacio de trabajo del robot UR5 ocupa 850 mm desde la junta articulada de la base, como puede verse en la figura 1.2. Al elegir el lugar de instalación del robot, es importante tener en cuenta el volumen cilíndrico justo encima y debajo de la base del robot. Si es posible, deberá evitarse acercar la herramienta al volumen cilíndrico porque eso haría que las juntas articuladas del robot se movieran rápido aunque la herramienta lo hiciera despacio.

1.4.2. Montaje del robot

Para montar el robot, se usan 4 pernos M8 que se fijan en los cuatro orificios de $8,5mm$ de su base. Se recomienda apretar estos pernos con un par de torsión de 20 Nm. En caso de que se desee una posición muy precisa del robot, se suministran dos orificios de Ø8 para utilizar con un pasador. Asimismo, como accesorio, también puede adquirirse una contrapieza precisa para la base. La figura 1.3 muestra dónde pueden taladrarse orificios para los tornillos.

1.4.3. Montaje de la herramienta

La brida de la herramienta del robot tiene cuatro orificios para acoplar una herramienta. Se muestra un dibujo de dicha brida en la figura 1.4.

All Rights Reserved

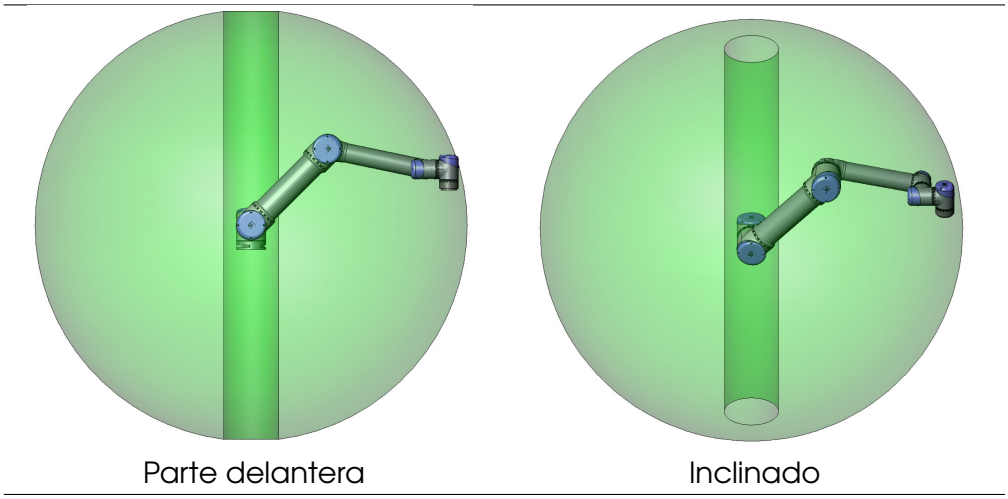


Figura 1.2: Espacio de trabajo del robot. El robot puede funcionar en una esfera aproximada (Ø170 cm) alrededor de la base, salvo si hay un volumen cilíndrico justo encima y debajo de la base del robot.

1.4.4. Montaje de la caja del controlador

La caja del controlador puede colgarse en una pared o sobre el suelo. Con una holgura de 50 mm a cada lado bastará para que haya suficiente circulación de aire.

1.4.5. Montaje de la consola portátil

La consola portátil puede colgarse en una pared o en la caja del controlador. Pueden comprarse accesorios adicionales.

1.4.6. Conexión del cable del robot

El cable del robot debe enchufarse al conector que hay en la parte inferior de la caja del controlador. Asegúrese de que el conector esté bien sujeto. La conexión y desconexión del cable del robot solo debe hacerse cuando el robot esté apagado.

1.4.7. Conexión del cable de alimentación

Este cable sale de la caja del controlador y tiene en su extremo un enchufe IEC estándar. Conecte el enchufe IEC a una toma de corriente o cable de alimentación específico de su país.

Si la corriente nominal del enchufe en cuestión no es suficiente o si se prefiere una solución más permanente, entonces deberá conectarse la caja del controlador directamente. La alimentación por red eléctrica deberá contar, como mínimo, con lo siguiente:

1. Fusible principal.
2. Dispositivo para corriente residual.
3. Conexión a tierra.

All Rights Reserved

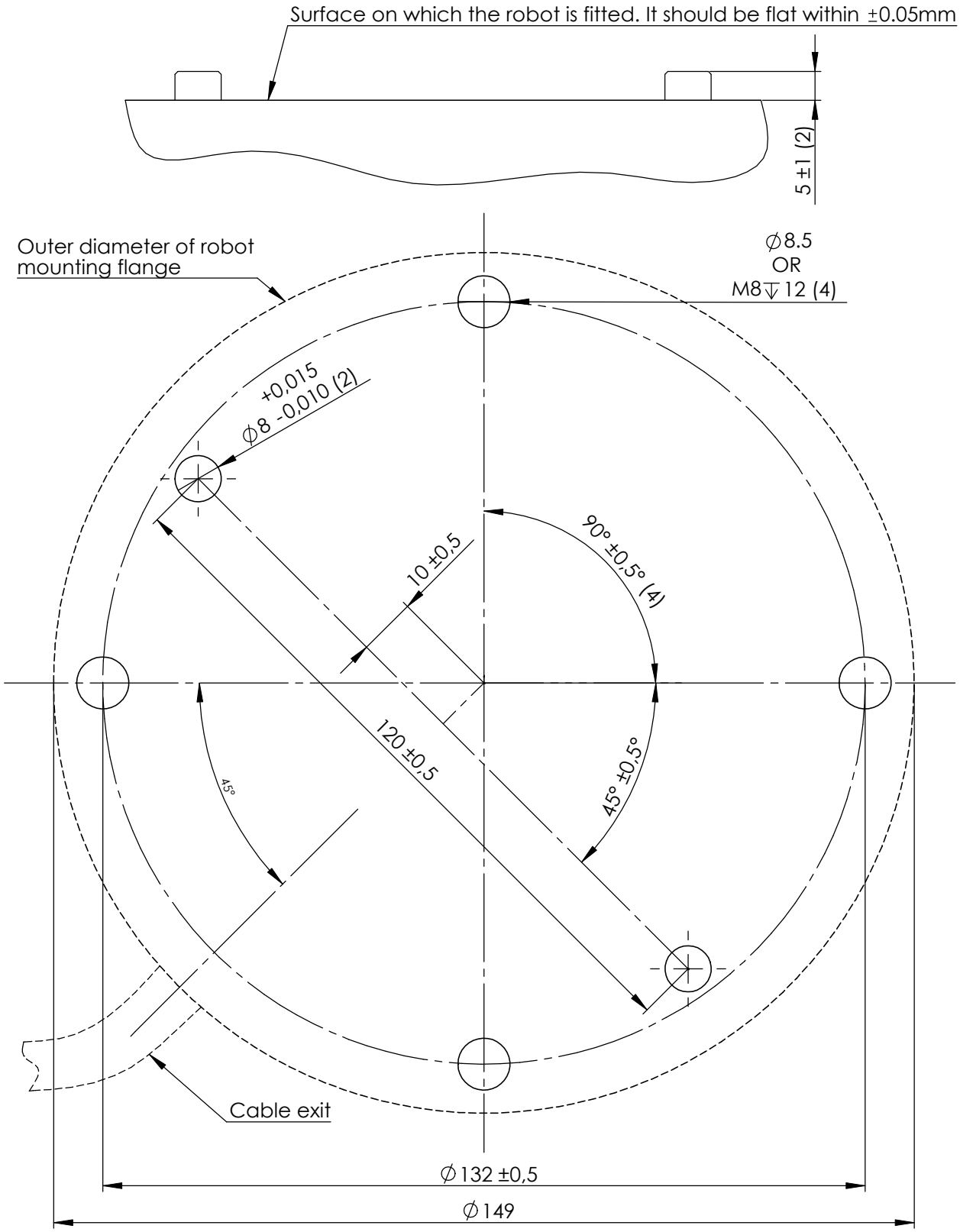


Figura 1.3: Orificios para montar el robot, escala 1:1. Usar 4 pernos M8. Todas las medidas están en mm.

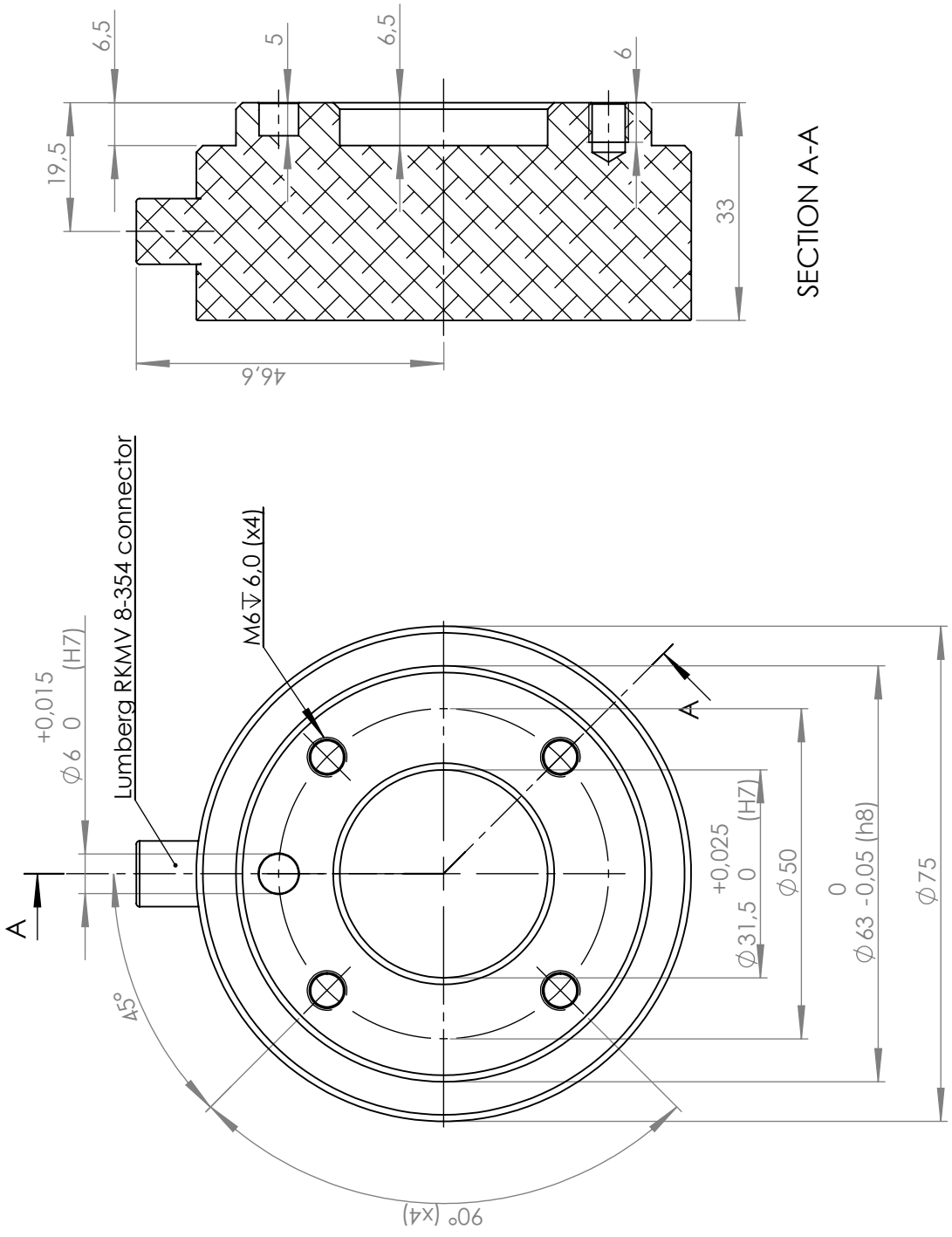


Figura 1.4: Brida de salida de la herramienta, ISO 9409-1-50-4-M6. Aquí es donde se monta la herramienta, en la punta del robot. Todas las medidas están en mm.

A continuación, se indica las especificaciones de entrada de la red eléctrica.

Parámetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
Tensión de entrada	100	-	240	VCA
Fusible externo de red eléctrica	8	-	16	A
Frecuencia de entrada	47	-	63	Hz
Potencia en espera	-	-	0,5	W
Potencia nominal de funcionamiento	90	150	325	W

Use la conexión de tornillo marcada con el símbolo de tierra que hay dentro de la caja del controlador cuando haga falta la ecualización potencial con otras máquinas.

All Rights Reserved

Capítulo 2

Interfaz eléctrica

2.1. Introducción

El robot es una máquina que puede programarse para mover una herramienta alrededor de su espacio de trabajo. A menudo, se desea coordinar el movimiento del robot con las máquinas cercanas o equipos de la herramienta. La forma más directa de hacerlo suele ser utilizar la interfaz eléctrica.

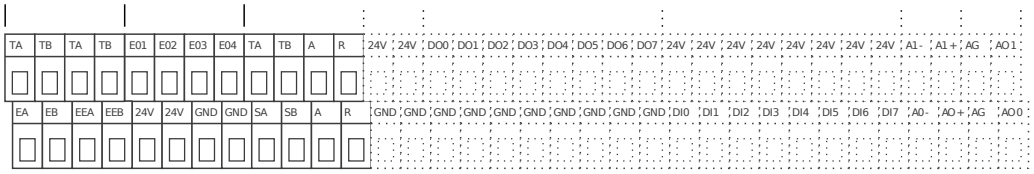
Dentro de la caja de control y en la brida de la herramienta del robot hay señales de entrada y salida (E/S) eléctricas. Este capítulo explica cómo conectar equipos a las E/S. Algunas de las E/S de la caja de control están reservadas a la función de seguridad del robot, mientras que otras E/S de uso general sirven para conectar el robot con otras máquinas y equipos. Las E/S de uso general pueden manipularse directamente en la ficha E/S de la interfaz de usuario, véase el manual de PolyScope, o con los programas del robot.

Para disponer de E/S adicionales, pueden añadirse unidades de modbus a través del conector Ethernet extra de la caja de control.

2.2. Avisos importantes

Tenga en cuenta que, de acuerdo con las normas IEC 61000 y EN 61000, los cables que van de la caja de control a otras máquinas y equipos de la fábrica no pueden superar los 30 m de longitud, a menos que se realicen pruebas más exhaustivas.
Tenga en cuenta que toda conexión negativa (0 V) se denomina MASA (GND) y que va conectada a la protección del robot y a la caja de control. No obstante, todas las conexiones de masa mencionadas son solo para alimentación y transmisión de señales. Para la puesta a tierra de protección (PE) use una de las dos conexiones de tornillo de tamaño M6 que hay dentro de la caja de control. Si hace falta puesta a tierra funcional (FE), utilice uno de los tornillos M3 que hay cerca de los terminales de tornillo.
Tenga en cuenta que en este capítulo, todos los datos de tensión y corriente sin especificar se expresan en CC.
Por lo general, es importante mantener las señales de interfaz de seguridad separadas de las señales de interfaz de E/S. Asimismo, la interfaz de seguridad nunca debe conectarse a un controlador lógico programable (PLC) que no sea un PLC de seguridad. Si no se sigue esta regla, no es posible obtener un grado de seguridad alto, ya que un fallo en la E/S normal puede impedir que una señal de parada de seguridad desencadene una parada.

2.3. La interfaz de seguridad


TA TB TA TB E01 E02 E03 E04 TA TB A R
24V 24V DO0 DO1 DO2 DO3 DO4 DO5 DO6 DO7 24V 24V 24V 24V 24V 24V 24V 24V A1- A1+ AG AO1
EA EB EEA EEB 24V 24V GND GND SA SB A R
GND GND GND GND GND GND GND GND GND GND DI0 DI1 DI2 DI3 DI4 DI5 DI6 DI7 A0- AO+ AG AO0

Dentro de la caja de control hay un panel de terminales de tornillo. La parte más a la izquierda, de negro arriba, es la interfaz de seguridad, que puede usarse para conectar el robot a otras máquinas o equipos de protección con el fin de asegurarse de que el robot se detenga en determinadas situaciones.

La interfaz de seguridad consta de dos partes, la interfaz de parada de emergencia y la interfaz de parada de protección, las cuales se describen con mayor detalle en apartados posteriores. La tabla siguiente resume las diferencias entre ellas:

	Parada de emergencia	Parada de protección
El robot deja de moverse	Sí	Sí
Iniciación Ejecución de programa Frenos	Manual Paradas Activos	Manual o automática Pausas Inactivos
Potencia de motor Restablecimiento Frecuencia de uso Requiere reinicialización	Apagar Manual Poco frecuente Solo liberación de frenos	Limitada Automático o manual De todos ciclos a poco frec. No
EN/IEC 60204 y NFPA 79 Nivel de rendimiento	Categoría de parada 1 ISO 13849-1 PLd	Categoría de parada 2 ISO 13849-1 PLd

2.3.1. Interfaz de parada de emergencia

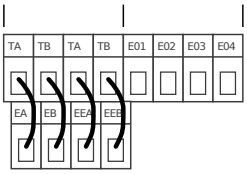
[TA] [TB]	Salida de prueba A Salida de prueba B
[EO1] [EO2] [EO3] [EO4]	Conexión 1 de salida de parada de emergencia Conexión 2 de salida de parada de emergencia Conexión 3 de salida de parada de emergencia Conexión 4 de salida de parada de emergencia
[EA] [EB]	Entrada A de parada de emergencia del robot (positiva) Entrada B de parada de emergencia del robot (negativa)
[EEA] [EEB]	Entrada A de parada de emergencia externa (positiva) Entrada B de parada de emergencia externa (negativa)
[24V] [GND]	Conexión de alimentación de +24 V para dispositivos de seguridad Conexión de alimentación de 0 V para dispositivos de seguridad

La interfaz de parada de emergencia tiene dos entradas, la de parada de emergencia del robot y la de parada de emergencia externa. Cada entrada está duplicada por redundancia debido al nivel de rendimiento de seguridad **d**.

La interfaz de parada de emergencia del robot detendrá el robot y establecerá la salida de parada de emergencia; está pensada para que la use el equipo de seguridad que haya cerca del robot. La parada de emergencia externa también detendrá el robot, pero no afectará a la salida de parada de emergencia y está pensada para conectarse solamente a otras máquinas.

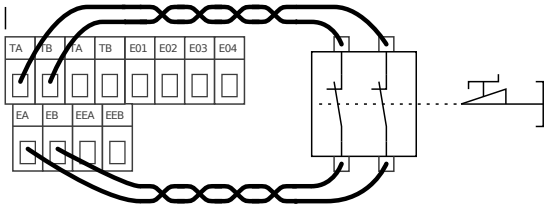
All Rights Reserved

La configuración más sencilla de la parada de emergencia



La configuración más sencilla es usar el botón interno de parada de emergencia como único componente para activar una parada de emergencia. Ello se consigue con la configuración mostrada anteriormente. Dicha configuración es la predeterminada cuando el producto abandona la fábrica, por lo que el robot sale listo para usarse. No obstante, la configuración de emergencia debe cambiarse si así lo exige la evaluación de riesgos.

Conexión de un botón externo de parada de emergencia

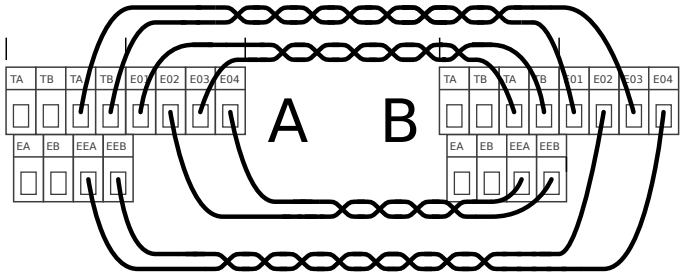


Prácticamente en todas las aplicaciones robóticas es necesario conectar uno o varios botones externos de parada de emergencia, lo cual resulta fácil y sencillo. El ejemplo anterior muestra cómo conectar un botón adicional.

Conexión de parada de emergencia a otra maquinaria

Cuando el robot se emplea junto a otras máquinas electromecánicas, a menudo hay que configurar un circuito de parada de emergencia común. Esto permite que, en caso de darse una situación peligrosa, el operador no tenga que estar pensando qué botón usar. A menudo, también es preferible que cada parte de una subfunción en una línea de productos esté sincronizada, ya que una parada en solo una parte de la línea puede dar lugar a situaciones peligrosas.

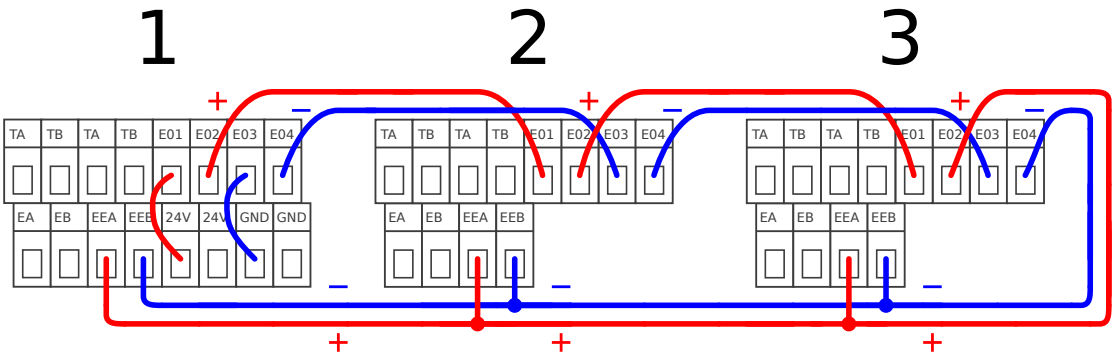
A continuación, se muestra un ejemplo de dos robots UR con paradas de emergencia.



A continuación, se muestra un ejemplo con varios robots UR compartiendo la función de parada de emergencia. Conecte más robots como está conectado el robot número 2.

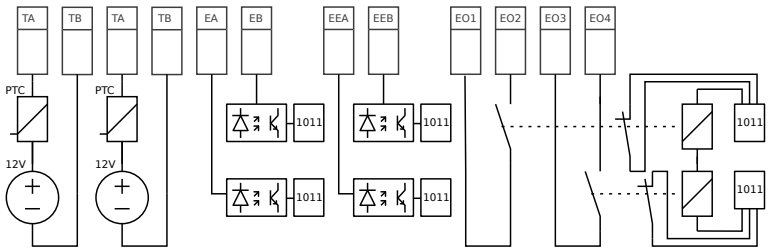
En este ejemplo se utilizan 24 V, que funcionan con otras muchas máquinas. Asegúrese de que se cumplan todas las especificaciones eléctricas cuando los robots UR compartan parada de emergencia con otra maquinaria.

All Rights Reserved



Especificaciones eléctricas

A continuación, se muestra una versión simplificada del esquema interno de los circuitos. Es importante tener en cuenta que cualquier cortocircuito o pérdida de conexión provocará una parada de seguridad, siempre y cuando solo aparezca un error a la vez. Un fallo o comportamiento anormal de los relés y fuentes de alimentación dará lugar a un mensaje de error en el registro del robot e impedirá el encendido de este.



A continuación se muestran las especificaciones de la interfaz de parada de emergencia.

Parámetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
[TA-TB] Tensión	10,5	12	12,5	V
[TA-TB] Corriente (cada salida)	-	-	120	mA
[TA-TB] Protección de corriente	-	400	-	mA
[EA-EB][EEA-EEB] Tensión de entrada	-30	-	30	V
[EA-EB][EEA-EEB] Apagado garantizado si	-30	-	7	V
[EA-EB][EEA-EEB] Encendido garantizado si	10	-	30	V
[EA-EB][EEA-EEB] Apagado garantizado si	0	-	3	mA
[EA-EB][EEA-EEB] Corriente de encendido (10-30 V)	7	-	14	mA
[EO1-EO2][EO3-EO4] Corriente de contacto CA/CC	0,01	-	6	A
[EO1-EO2][EO3-EO4] Tensión de contacto CC	5	-	50	V
[EO1-EO2][EO3-EO4] Tensión de contacto CA	5	-	250	V

Tenga en cuenta el número de componentes de seguridad que debe utilizarse y cómo deben funcionar estos según la evaluación de riesgos, que se explica en el apartado 3.1.

Tenga en cuenta que es importante hacer comprobaciones regulares de la funcionalidad de parada de seguridad para asegurarse de que todos los dispositivos de parada de seguridad funcionen correctamente.

All Rights Reserved

Las dos entradas de parada de emergencia EA-EB y EEA-EEB son entradas libres potenciales de acuerdo con las normas IEC 60664-1 y EN 60664-1, grado de contaminación 2, categoría de sobretensión II.

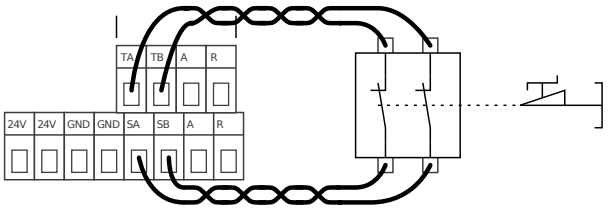
Las salidas de parada de emergencia EO1-EO2-EO3-EO4 son contactos de relé de acuerdo con las normas IEC 60664-1 y EN 60664-1, grado de contaminación 2, categoría de sobretensión III.

2.3.2. La interfaz de protección

[TA] [TB]	Salida de prueba A Salida de prueba B
[SA] [SB]	Entrada A de parada de protección (positiva) Entrada B de parada de protección (negativa)
[A] [R]	Continuar automáticamente tras parada de protección Restablecer parada de protección
[24V] [GND]	Conexión de alimentación de +24 V para dispositivos de seguridad Conexión de alimentación de 0 V para dispositivos de seguridad

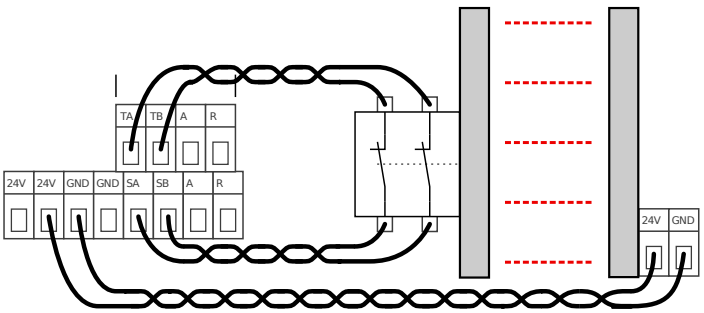
La interfaz de protección sirve para pausar el movimiento del robot de forma segura. La interfaz de protección puede usarse para protecciones luminosas, interruptores de puerta, controladores lógicos programables de seguridad, etc. La reanudación tras una parada de protección puede ser automática o controlarse con un botón, dependiendo de la configuración de protección. Si la interfaz de protección no se usa, active la función de restablecimiento tal y como se describe en el apartado 2.3.3.

Conexión de un interruptor de puerta



La conexión de un interruptor de puerta o algo comparable se hace como se ha indicado anteriormente. No olvide utilizar una configuración de botón de restablecimiento si el robot no se pone en marcha automáticamente al volver a cerrar la puerta.

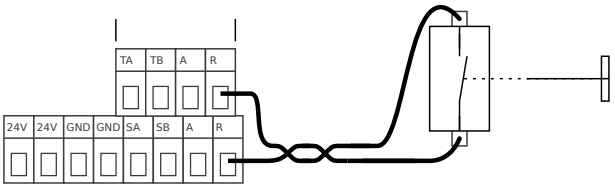
Conexión de una protección luminosa



All Rights Reserved

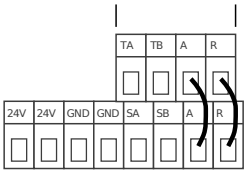
La imagen anterior muestra cómo conectar una protección luminosa. También es posible usar una protección luminosa de categoría 1 (ISO 13849-1 y EN 954-1) si la evaluación de riesgos lo permite. Al conectar una protección luminosa de categoría 1, use TA y SA y luego conecte TB y SB con un cable. No olvide utilizar una configuración de botón de restablecimiento para que la parada de protección quede enclavada.

Conexión de un botón de restablecimiento



La imagen anterior muestra cómo conectar un botón de restablecimiento. No se permite tener pulsado permanentemente el botón de restablecimiento. Si dicho botón se atasca, se generará una parada de protección y aparecerá un mensaje de error en la pantalla de registro.

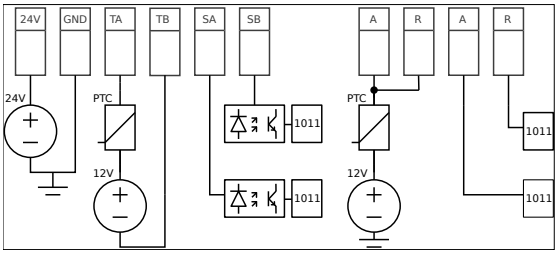
2.3.3. Continuar automáticamente tras parada de protección



La interfaz de protección puede restablecerse sola al desaparecer el evento que originó la parada. La imagen anterior muestra cómo activar la funcionalidad de restablecimiento automático. Esta también es la configuración recomendada si no se emplea la interfaz de protección. No obstante, no se recomienda usar el restablecimiento automático si es posible una configuración de botón de restablecimiento. El restablecimiento automático está pensado para instalaciones especiales e instalaciones con otra maquinaria.

Especificaciones eléctricas

Para comprender la funcionalidad de protección, se incluye a continuación una versión simplificada del esquema interno de los circuitos. Cualquier fallo en el sistema de seguridad provocará una parada segura del robot y generará un mensaje de error en la pantalla de registro.

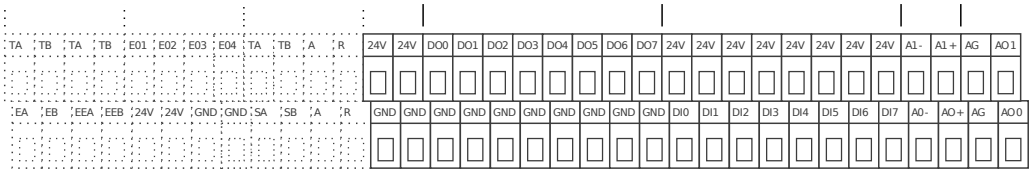


Parámetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
Tolerancia de tensión de 24 V	-15 %	-	+20 %	-
Corriente disponible desde alimentación de 24 V	-	-	1,2∗	A
Protección contra sobrecarga	-	1,4	-	A
[TA-TB][A↑][R↑] Tensión	10,5	12	12,5	V
[TA-TB][A↑][R↑] Corriente	-	-	120	mA
[TA-TB][A↑][R↑] Protección de corriente	-	400	-	mA
[SA-SB] Tensión de entrada	-30	-	30	V
[SA-SB] Apagado garantizado si	-30	-	7	V
[SA-SB] Encendido garantizado si	10	-	30	V
[SA-SB] Apagado garantizado si	0	-	3	mA
[SA-SB] Corriente de encendido (10-30 V)	7	-	14	mA
[A↓][R↓] Tensión de entrada	-30	-	30	V
[A↓][R↓] Apagado garantizado de entrada si	-30	-	7	V
[A↓][R↓] Encendido garantizado de entrada si	10	-	30	V
[A↓][R↓] Apagado garantizado si	0	-	5	mA
[A↓][R↓] Corriente de encendido (10-30 V)	6	-	10	mA

La entrada de parada de protección SA-SB es una entrada libre potencial de acuerdo con las normas IEC 60664-1 y EN 60664-1, grado de contaminación 2, categoría de sobretensión II.

Tenga en cuenta que las conexiones amarillas tienen como fuente la misma fuente de alimentación de 24 V que las conexiones de 24 V de la E/S normal, y que el máximo de 1,2 A es para ambas fuentes de alimentación juntas.

2.4. E/S de controlador


TA TB TA TB E01 E02 E03 E04 TA TB A R
24V 24V DO0 DO1 DO2 DO3 DO4 DO5 DO6 DO7 24V 24V 24V 24V 24V 24V 24V 24V A1- A1+ AG AO1
EA EB EEA EEB 24V 24V GND GND SA SB A R
GND GND GND GND GND GND GND GND GND GND DI0 DI1 DI2 DI3 DI4 DI5 DI6 DI7 AO- AO+ AG AO0

Dentro de la caja de control hay un panel de terminales de tornillo con varias piezas de E/S, como los que incluye la imagen anterior. La que está más a la derecha es la E/S de uso general.

[24V]	Conexión de alimentación de +24V
[GND]	Conexión de alimentación de 0 V
[DOx]	Número x de salida digital
[DIx]	Número x de entrada digital
[AOx]	Número x positivo de salida analógica
[AG]	Masa de salida analógica
[Ax+]	Número x positivo de entrada analógica
[Ax-]	Número x negativo de entrada analógica

La caja de control del panel de E/S de la caja de control tiene 8 entradas digitales y 2 analógicas, 8 salidas digitales y 2 analógicas y una fuente de alimentación incorporada de 24 V. Las entradas y salidas digitales son de tecnología **pnp** y se han fabricado en conformidad con las normas IEC 61131-2 y EN 61131-2. 24 V y masa (GND) pueden usarse como entrada para el módulo

All Rights Reserved

de E/S o la salida como fuente de alimentación de 24 V. Cuando la caja de control se inicia, compruebe si se aplica tensión a la conexión de 24 V desde una fuente de alimentación externa y, si no es así, conecta automáticamente la fuente de alimentación interna de 24 V.

Especificaciones eléctricas de la fuente de alimentación interna

Parámetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
Tolerancia de tensión de 24 V interna	-15%	-	+20%	-
Corriente desde alimentación de 24 V interna	-	-	1,2*	A
Protección contra sobrecarga	-	1,4	-	A
Tensión de fuente de alimentación externa	10	-	30	V

Tenga en cuenta que las conexiones de protección (amarillas) tienen como fuente la misma fuente de alimentación de 24 V que las conexiones de 24 V de la E/S normal, y que el máximo de 1,2 A es para ambas fuentes de alimentación juntas.

Si se sobrepasa la carga de corriente de la fuente de alimentación de 24 V interna, aparece un mensaje de error en la pantalla de registro. La fuente de alimentación intentará automáticamente recuperarse pasados unos segundos.

2.4.1. Salidas digitales

Parámetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
Corriente de fuente por salida	0	-	2	A
Corriente de fuente en todas las salidas juntas	0	-	4	A
Caída de tensión encendido	0	-	0,2	V
Corriente de fuga apagado 0	0	-	0,1	mA

Las salidas pueden usarse para accionar directamente equipo, ej., relés neumáticos, o para comunicarse con otros sistemas PLC. Las salidas se construyen cumpliendo los tres tipos de entradas digitales definidos en IEC 61131-2 y EN 61131-2, y con todos los requisitos para salidas digitales de las mismas normas.

Todas las salidas digitales pueden desactivarse automáticamente al detenerse un programa por medio de la casilla de verificación "Siempre baja al detener programa" en la pantalla Nombre de E/S (véase el manual de PolyScope). En este modo, la salida siempre es baja cuando no hay un programa funcionando.

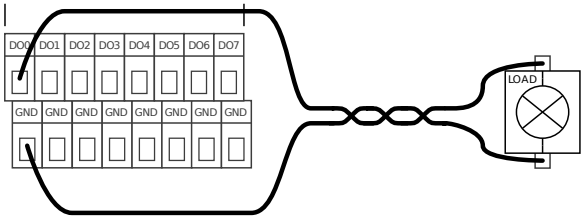
Las salidas digitales no tienen corriente limitada y una neutralización de los datos especificados puede causar daños permanentes. No obstante, no es posible dañar las salidas si se usa la fuente de alimentación de 24 V interna debido a su protección de corriente.

Tenga en cuenta que la caja de control y las pantallas metálicas están conectadas a masa. Nunca hay que enviar corriente de E/S a través de las pantallas o de las conexiones a tierra.

Los siguientes subapartados muestran algunos sencillos ejemplos de cómo pueden utilizarse las salidas digitales.

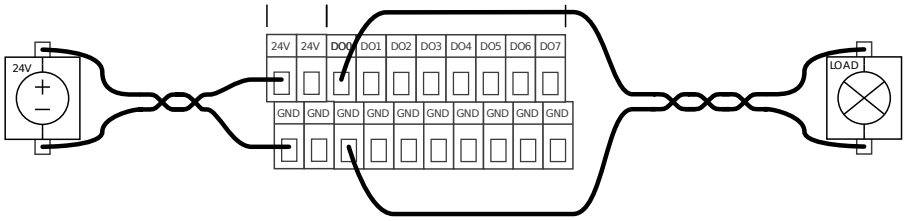
All Rights Reserved

Carga controlada por salida digital



Este ejemplo ilustra cómo activar una carga.

Carga controlada por salida digital, alimentación externa



Si la corriente disponible de la fuente de alimentación interna no es suficiente, basta con utilizar una fuente de alimentación externa, tal como se ha indicado anteriormente.

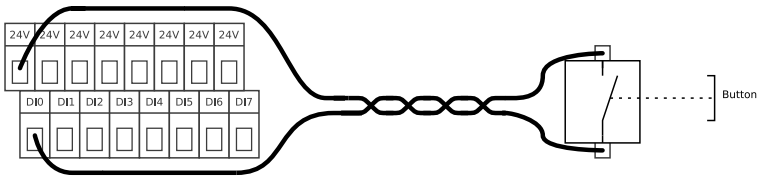
2.4.2. Entradas digitales

Parámetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
Tensión de entrada	-30	-	30	V
Apagado garantizado de entrada si	-30	-	7	V
Encendido garantizado de entrada si	10	-	30	V
Apagado garantizado si	0	-	5	mA
Corriente de encendido (10-30 V)	6	-	10	mA

Las entradas digitales se implementan como **pnp**, lo que significa que están activas cuando se les aplica tensión. Las entradas pueden usarse para leer botones, sensores o para comunicarse con otros sistemas PLC. Las entradas cumplen los tres tipos de entradas digitales definidos en IEC 61131-2 y EN 61131-2, es decir, que funcionarán con todos los tipos de salidas digitales definidos en las mismas normas.

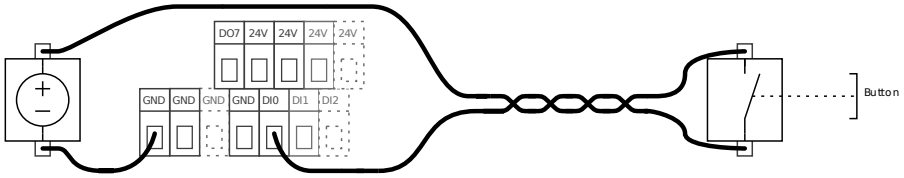
A continuación, se muestran las especificaciones técnicas de las entradas digitales.

Entrada digital, botón sencillo



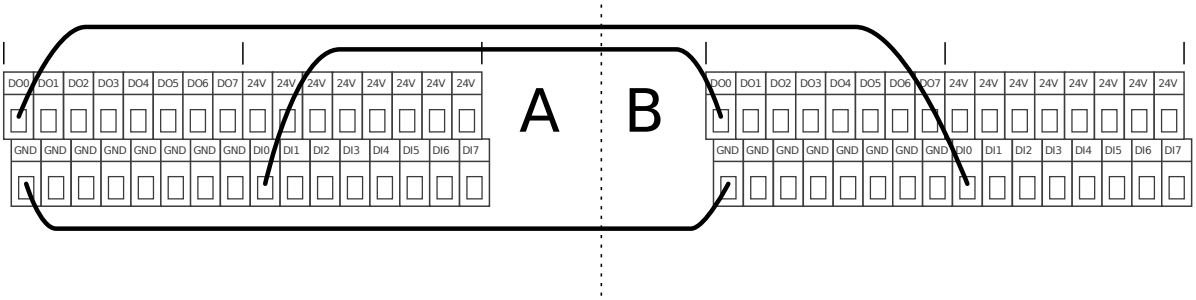
El ejemplo anterior muestra cómo conectar un interruptor o botón sencillo.

Entrada digital, botón sencillo, alimentación externa



La ilustración anterior muestra cómo conectar un botón usando una fuente de alimentación externa.

Comunicación de señales con otras máquinas o PLC



Si se necesita comunicación con otras máquinas o controladores lógicos programables (PLC), estos deben usar tecnología **pnp**. No olvide crear una conexión de masa común entre las distintas interfaces. Arriba se incluye un ejemplo en el que dos robots UR (A y B) se comunican entre sí.

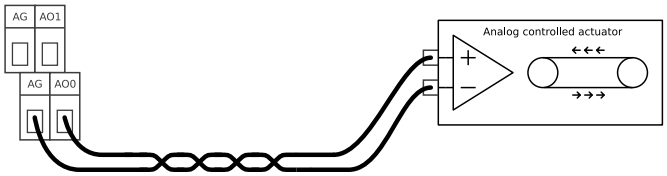
2.4.3. Salidas analógicas

Parámetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
Tensión de salida válida en modo de corriente	0	-	10	V
Corriente de salida válida en modo de tensión	-20	-	20	mA
Corriente de cortocircuito en modo de tensión	-	40	-	mA
Resistencia de salida en modo de tensión	-	43	-	ohmio

Las salidas analógicas pueden ajustarse tanto para modo de corriente como para modo de tensión, en el intervalo de 4-20 mA y 0-10 V respectivamente.

Para ilustrar con claridad lo fácil que es usar salidas analógicas, se incluyen algunos ejemplos sencillos.

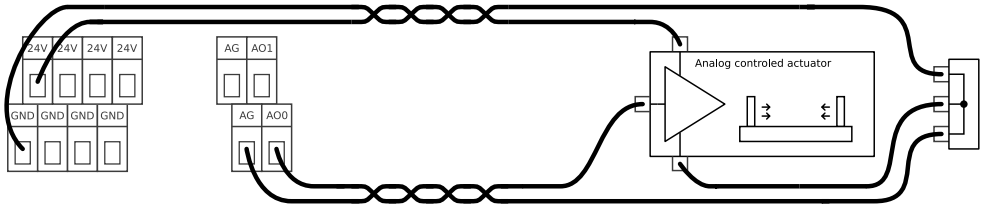
Uso de las salidas analógicas



Esta es la mejor forma —y la normal— de utilizar salidas analógicas. La ilustración muestra una configuración en la que el controlador del robot controla un actuador como una cinta transportadora. El mejor resultado se logra al usar el modo de corriente, porque es más inmune a señales perturbadoras.

All Rights Reserved

Uso de salidas analógicas, señal no diferencial



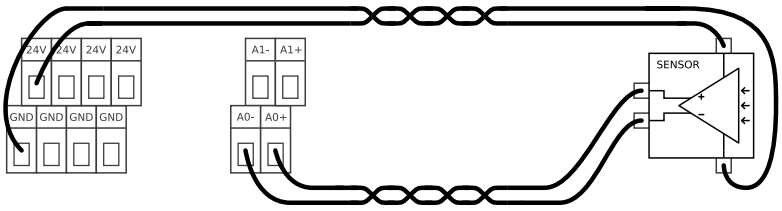
Si el equipo controlado no toma una entrada diferencial, una solución alternativa podría ser la mostrada anteriormente, aunque la misma no es muy buena en términos de ruido y puede captar fácilmente las señales perturbadoras de otras máquinas. Hay que tener cuidado al cablear y debe tenerse en cuenta que las señales perturbadoras inducidas en salidas analógicas también pueden estar presentes en otras E/S analógicas.

2.4.4. Entradas analógicas

Parámetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
Tensión de entrada de modo común	-33	-	33	V
Tensión de entrada de modo diferencial*	-33	-	33	V
Resistencia de entrada diferencial	-	220	-	kohmio
Resistencia de entrada de modo común	-	55	-	kohmio
Factor de rechazo en modo común	75	-	-	dB

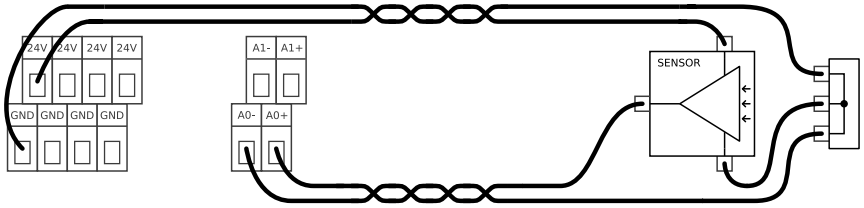
Las entradas analógicas pueden configurarse en cuatro rangos de tensión diferentes, que se implementan de forma distinta y, por tanto, tienen diferentes errores de compensación y de ganancia. La tensión de entrada especificada del modo diferencial solo es válida con una tensión de modo común de 0 V. Para dejar claro lo fácil que es usar salidas analógicas, se incluyen algunos sencillos ejemplos.

Uso de entradas analógicas, entrada de tensión diferencial



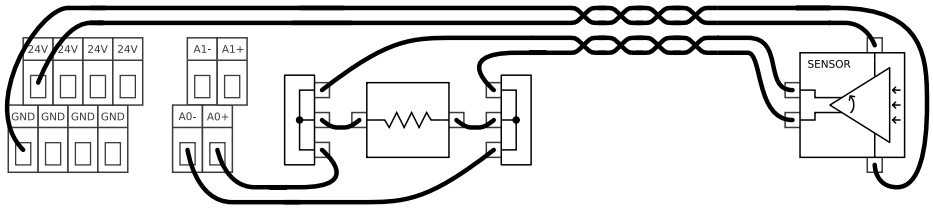
La forma más sencilla de utilizar entradas analógicas. El equipo mostrado, que podría ser un sensor, tiene una salida de tensión diferencial.

Uso de entradas analógicas, entrada de tensión no diferencial



Si no es posible lograr una señal diferencial del equipo usado, una posible solución podría ser algo como lo descrito anteriormente. Al contrario que el ejemplo de salida analógica no diferencial del subapartado 2.4.3, esta solución sería casi tan buena como las soluciones diferenciales.

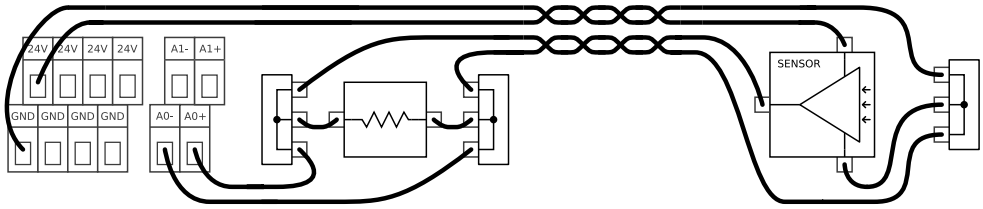
Uso de entradas analógicas, entrada de corriente diferencial



Cuando se utilizan cables más largos, o se trata de un entorno con mucho ruido, se prefieren señales con base de corriente. Asimismo, algunos equipos vienen solo con una salida de corriente. Para usar corriente como entradas, hace falta una resistencia externa como la mostrada anteriormente. El valor de la resistencia sería normalmente de unos 200 ohmios, lográndose el mejor resultado cuando la resistencia está cerca de los terminales de tornillo de la caja de control.

Tenga en cuenta que la tolerancia de la resistencia y el cambio óhmico debido a la temperatura debe añadirse a las especificaciones de error de las entradas analógicas.

Uso de entradas analógicas, entrada de corriente no diferencial



Si la salida del equipo es una señal de corriente no diferencial, debe utilizarse una resistencia como la mostrada anteriormente. La resistencia debería ser de unos 200 ohmios y la relación entre la tensión en la entrada del controlador y la salida del sensor se obtiene de:

Tensión = Corriente x Resistencia

Tenga en cuenta que la tolerancia de la resistencia y el cambio óhmico debido a la temperatura debe añadirse a las especificaciones de error de las entradas analógicas.

All Rights Reserved

2.5. E/S de herramienta

En el lado de la herramienta del robot hay un pequeño conector con ocho conexiones.

Color	Señal
Rojo	0 V (masa)
Gris	0 V/12 V/24 V (alimentación)
Azul	Salida digital 8 (DO8)
Rosa	Salida digital 9 (DO9)
Amarillo	Entrada digital 8 (DI8)
Verde	Entrada digital 9 (DI9)
Blanco	Entrada analógica 2 (AI2)
Marrón	Entrada analógica 3 (AI3)

Dicho conector suministra señales de alimentación y control para sensores y pinzas básicas, que pueden estar presentes en una herramienta de robot concreta. Este conector puede usarse para reducir cableado entre la herramienta y la caja del control. Se trata de un conector Lumberg RSMEDG8 estándar, que va con un cable llamado RKMV 8-354.

Tenga en cuenta que la brida de la herramienta va conectada a masa (igual que el cable rojo).

Especificaciones de fuente de alimentación interna

Parámetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
Tensión de alimentación en modo de 24 V	p. d.	24	p. d.	V
Tensión de alimentación en modo de 12 V	p. d.	12	p. d.	V
Corriente de alimentación en ambos modos	-	-	600	mA
Protección de corriente contra cortocircuito	-	650	-	mA
Carga capacitiva	-	-	p. d.	uF
Carga inductiva	-	-	p. d.	uH

La fuente de alimentación disponible puede ajustarse a 0 V, 12 V o 24 V en la ficha E/S de la interfaz gráfica de usuario. Hay que tener cuidado al utilizar 12 V, ya que si el programador se equivoca, puede provocar un cambio a 24 V, lo que podría dañar el equipo y causar un incendio.

El sistema de control interno activará un error en el registro del robot si la corriente sobrepasa su límite. Las distintas E/S de la herramienta se describen en los tres subapartados siguientes.

All Rights Reserved

2.5.1. Salidas digitales

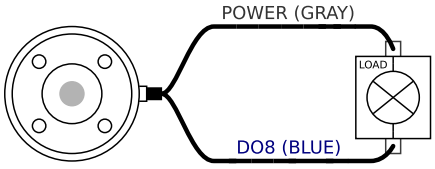
Parámetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
Tensión estando abierta	-0,5	-	26	V
Tensión al absorber 1 A	-	0,05	0,20	V
Corriente al absorber	0	-	1	A
Corriente a través de masa	-	-	1	A
Tiempo de conmutación	-	1000	-	us
Carga capacitiva	-	-	p. d.	uF
Carga inductiva	-	-	p. d.	uH

Las salidas digitales se implementan para que solo puedan absorberse a masa (0 V) y no suministren corriente. Al activarse una salida digital, la conexión correspondiente se excita a masa, y al desactivarse, la conexión correspondiente se abre (colector abierto/drenaje abierto). La principal diferencia entre las salidas digitales de dentro de la caja de control y las de la herramienta es la corriente reducida a causa del conector pequeño.

Tenga en cuenta que las salidas digitales de la herramienta no tienen corriente limitada y que una neutralización de los datos especificados puede causar daños permanentes.

Para ilustrar con claridad lo fácil que es usar salidas digitales, se incluye un sencillo ejemplo.

Uso de salidas digitales



Este ejemplo ilustra cómo activar una carga al usar la fuente de alimentación interna de 12 V o 24 V. Recuerde que hay que definir la tensión de salida en la ficha E/S. Tenga en cuenta que hay tensión entre la conexión de alimentación (POWER) y la protección/masa, aun cuando la carga esté desactivada.

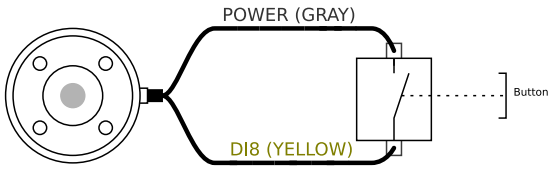
2.5.2. Entradas digitales

Parámetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
Tensión de entrada	-0,5	-	26	V
Tensión baja lógica	-	-	2,0	V
Tensión alta lógica	5,5	-	-	V
Resistencia de entrada	-	47 k	-	Ω

Las entradas digitales se implementan con resistencias de desconexión (pull-down) débiles, lo que significa que una entrada flotante siempre dará una lectura baja. Las entradas digitales de la herramienta se implementan de la misma forma que las entradas digitales de dentro de la caja de control.

All Rights Reserved

Uso de entradas digitales



El ejemplo anterior muestra cómo conectar un interruptor o botón sencillo.

2.5.3. Entradas analógicas

Las entradas analógicas de la herramienta son muy diferentes de las del interior de la caja de control. En primer lugar, son no diferenciales, lo que es un inconveniente en comparación con las entradas analógicas de la E/S del controlador. En segundo lugar, las entradas analógicas de la herramienta tienen funcionalidad de modo de corriente, lo que es una ventaja en comparación con la E/S del controlador. Las entradas analógicas pueden configurarse en intervalos de entradas diferentes, que se implementan de forma distinta y, por tanto, tienen diferentes errores de compensación y de ganancia.

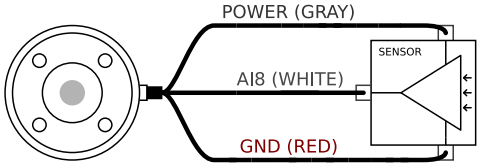
Parámetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
Tensión de entrada en modo de tensión	-0,5	-	26	V
Tensión de entrada en modo de corriente	-0,5	-	5,0	V
Corriente de entrada en modo de corriente	-2,5	-	25	mA
Resistencia de entrada en intervalo de 0V a 5V	-	29	-	kΩ
Resistencia de entrada en intervalo de 0V a 10V	-	15	-	kΩ
Resistencia de entrada en intervalo de 4 mA a 20 mA	-	200	-	Ω

Algo importante de lo que hay que darse cuenta es que cualquier cambio de corriente en la conexión de masa común puede dar lugar a una señal perturbadora en las entradas analógicas porque habrá una caída de tensión en los cables de masa y dentro de los conectores.

Tenga en cuenta que la conexión entre la fuente de alimentación de la herramienta y las entradas analógicas dañará de forma permanente la funcionalidad de E/S si las entradas analógicas se configuran en modo de corriente.

Para dejar claro lo fácil que es usar entradas digitales, se incluyen algunos sencillos ejemplos.

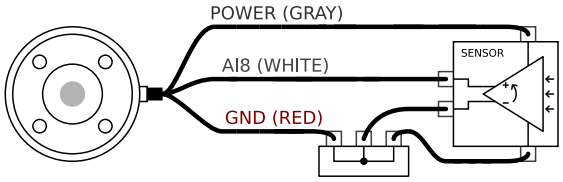
Uso de entradas analógicas, no diferenciales



La forma más sencilla de utilizar entradas analógicas. La salida del sensor puede ser de corriente o tensión, siempre y cuando el modo de entrada de dicha entrada analógica se ajuste igual que en la ficha E/S. No se olvide de comprobar que el sensor con salida tensión pueda excitar la resistencia interna de la herramienta, o la medición podría no ser válida.

All Rights Reserved

Uso de entradas analógicas, diferenciales



El uso de sensores con salidas diferenciales tampoco reviste complicaciones. Basta con conectar la pieza de salida negativa a masa (0 V) con una regleta de terminales para que funcione igual que un sensor no diferencial.

All Rights Reserved

Capítulo 3

Seguridad

3.1. Introducción

Este capítulo ofrece una breve introducción a la documentación reglamentaria e información importante sobre la evaluación de riesgos, seguida de un apartado sobre situaciones de emergencia. Respecto a la seguridad en general, deben seguirse todas las instrucciones de 1.4 y 2.1. Las especificaciones técnicas de la interfaz de seguridad eléctrica, incluidas las categorías de seguridad y nivel de rendimiento, se encuentran en el apartado 2.3.

3.2. Documentación reglamentaria

Para garantizar su seguridad, una instalación robótica dentro de la UE debe cumplir con la directiva sobre máquinas, lo que incluye los puntos siguientes:

1. Cerciorarse de que el producto cumpla con todos los requisitos esenciales.
2. Hacer una evaluación de riesgos.
3. Especificar las instrucciones para el operador.
4. Hacer una declaración de conformidad.
5. Recopilar información en un expediente técnico.
6. Poner una marca CE en la instalación del robot.

En una instalación robótica dada, la persona que la integra es la responsable del cumplimiento de todas las directivas pertinentes. Universal Robots se responsabiliza de que el robot cumpla las directivas de la UE pertinentes (véase el apartado 5.1).

Universal Robots facilita una guía de seguridad, disponible en http: //www.universal-robots.com, para aquellos integradores con poca o nula experiencia en la elaboración de la documentación necesaria.

Si el robot se instala fuera de la UE, su integración deberá cumplir las leyes y directivas locales del país en cuestión. El integrador es la persona responsable de dicho cumplimiento. Siempre hay que llevar a cabo una evaluación de riesgos para cerciorarse de que toda la instalación robótica resulte suficientemente segura.

3.3. Evaluación de riesgos

Una de las cosas más importantes que un integrador necesita saber es cómo hacer una evaluación de riesgos. Universal Robots incluye a continuación riesgos potenciales e importantes que ha identificado y que los integradores deben tener presentes. Tenga en cuenta que en una instalación robótica concreta pueden darse otros riesgos importantes.

1. Dedos pillados entre el pie y la base del robot (junta 0).
2. Dedos pillados entre el brazo y la muñeca (junta 4).
3. Piel penetrada por puntas y bordes afilados en la herramienta o su conector.
4. Piel penetrada por puntas y bordes afilados en obstáculos que haya cerca de la guía del robot.
5. Cardenales causados por golpes del robot.
6. Torceduras o fracturas óseas debidas a golpes entre una carga pesada y una superficie dura.
7. Consecuencias debidas a pernos flojos que sujetan el brazo robótico o la herramienta.
8. Artículos que se caen de la herramienta, por ejemplo, debido a un mal agarre o interrupción de la corriente eléctrica.
9. Descarga eléctrica o incendio debido a mal funcionamiento de las fuentes de alimentación si la conexión de la red eléctrica no está protegida con un fusible principal, un dispositivo de corriente residual y una conexión a tierra adecuada. Véase el apartado 1.4.7.
10. Errores debido a que hay distintos botones de parada de emergencia para diferentes máquinas. Utilice la función de parada de emergencia común como se describe en el apartado 2.3.1.

En todo caso, el UR5 es un robot muy seguro por las siguientes razones:

1. El sistema de control tiene un nivel de rendimiento **d** que cumple la ISO 13849-1.
2. El sistema de control del robot es redundante para que cualquier fallo peligroso del robot lo ponga en estado seguro.
3. Software de nivel alto que activa una parada de protección si el robot choca con algo. El límite para forzar la parada es inferior a $150N$.
4. Además, el software de nivel bajo limita el par generado por las juntas, lo cual permite únicamente una pequeña desviación del par esperado.
5. El software impide la ejecución del programa cuando el robot está montado de manera diferente de la especificada en la configuración.
6. El peso del robot es inferior a $18kg$.
7. La forma del robot es suave, lo que reduce la presión (N/m^2) por fuerza (N).

All Rights Reserved

8. Es posible mover las juntas de un robot apagado. Véase el apartado 3.4

El hecho de que el robot sea muy seguro ofrece la posibilidad de o guardar las protecciones de seguridad o de usar protecciones con un nivel de rendimiento bajo. Para contribuir a convencer a los clientes y autoridades locales, el robot UR5 ha sido homologado por el Instituto Tecnológico Danés, que es un organismo acreditado con arreglo a la directiva sobre máquinas de Dinamarca. La conclusión del certificado es que el robot cumple el artículo 5.10.5 de la norma EN ISO 10218-1:2006. Dicha norma está armonizada según la directiva de la MD y especifica expresamente que un robot puede usarse como robot colaborativo (es decir, sin protecciones de seguridad entre el robot y el operador) si cumple el artículo 5.10.5. Naturalmente, queda a la evaluación de riesgos concluir si una instalación robótica resulta segura. Puede solicitarse a Universal Robots una copia del informe de la homologación.

La norma EN ISO 10218-1:2006 es válida hasta el 1 de enero de 2013. Hasta entonces, también son válidas la versión EN ISO 10218-1:2011 más reciente y la correspondiente EN ISO 10218-2:2011 dirigida a los integradores. Mientras que la norma EN ISO 10218-1:2006 declara expresamente que se requiere una fuerza máxima de 150N combinada con una evaluación de riesgos para la operación colaborativa, las normas más recientes no especifican una fuerza máxima, sino que lo deja a la evaluación de riesgos concreta. En general, esto significa que, con independencia de la norma empleada, deberá realizarse una evaluación de riesgos que confirme que la instalación robótica colaborativa es suficientemente segura y, en la mayoría de casos, que basta con la combinación de una instalación robótica bien construida y una fuerza máxima de 150N.

3.4. Situaciones de emergencia

En el caso improbable de que se dé una situación de emergencia y haya que mover una o varias juntas del robot y no se pueda o no se quiera mover el robot, hay tres formas distintas de forzar el movimiento de las juntas sin encender los motores de estas:

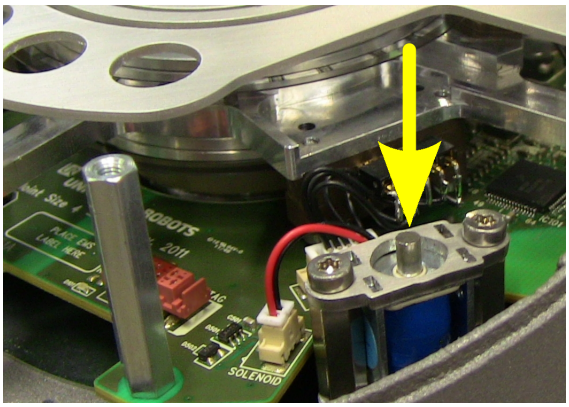
1. Retroceso activo: si es posible, encienda el robot pulsando el botón .Encender.en la pantalla de inicialización. En vez de pulsar el botón "Liberación de frenos"para accionar los motores de las juntas, pulse el botón .Enseñar.en la parte trasera de la consola portátil. Se entra en un modo especial de retroceso y el robot afloja sus frenos automáticamente mientras se guía el robot con la mano. Al soltar el botón Enseñar, los frenos se vuelven a bloquear.

2. Liberación manual de frenos: para retirar la cubierta de la junta, quite los tornillos M3 que la sujetan. Libere el freno presionando el émbolo del pequeño electroimán tal como muestra la imagen inferior.

3. Retroceso forzado: fuerce el movimiento de una junta tirando fuerte del brazo robótico. Cada freno de junta dispone de un embrague de fricción que permite el movimiento durante un par forzado alto. El retroceso forzado está pensado solamente para casos de emergencia y puede dañar los engranajes de la junta u otras piezas.

No gire las juntas más de lo necesario y tenga cuidado con la gravedad y cargas útiles pesadas.

All Rights Reserved



All Rights Reserved

Capítulo 4

Garantías

4.1. Garantía del producto

Sin perjuicio de cualquier reclamación que el usuario (cliente) pueda tener en relación con el distribuidor o vendedor, el cliente cuenta con la garantía del fabricante en las condiciones estipuladas a continuación:

En el caso de que los dispositivos nuevos y sus componentes presenten defectos derivados de la fabricación y/o de los materiales antes de 12 meses de la puesta en servicio (máximo de 15 meses desde el envío), Universal Robots proporcionará las piezas de repuesto necesarias, mientras que las horas de trabajo para instalarlas correrán a cargo del usuario (cliente), ya sea para reemplazar una pieza por otra reflejando el estado actual de la técnica o para reparar dicha pieza. La presente garantía quedará anulada si el defecto del dispositivo cabe atribuirse a un trato indebido y/o incumplimiento de la información incluida en los manuales de instrucciones. Esta garantía no se aplicará ni ampliará a los servicios realizados por el distribuidor autorizado o por los clientes mismos (ej., instalación, configuración, descargas de software). Se exigirá el recibo de compra, junto con la fecha de compra, como prueba para apelar a la garantía. Las reclamaciones sujetas a garantía deben remitirse en un plazo de dos meses desde que se detecte de manera evidente el defecto cubierto por la garantía. La propiedad de los dispositivos o componentes sustituidos y devueltos a Universal Robots pasará a Universal Robots. Cualquier otra reclamación que resulte o esté relacionada con el dispositivo quedará excluida de la presente garantía. Nada en la presente garantía intentará limitar o excluir los derechos legales del cliente ni la responsabilidad del fabricante en caso de muerte o lesiones personales provocadas por su negligencia. La duración de la garantía no quedará prolongada por la prestación de servicios bajo los términos de la misma. En la medida de que no exista defecto cubierto por la garantía, Universal Robots se reserva el derecho de cobrar al cliente la reparación o sustitución. Las disposiciones anteriores no implican cambio en la carga de prueba en detrimento del cliente.

En caso de que un dispositivo presente defectos, Universal Robots no cubrirá daños emergentes ni pérdida alguna, como la pérdida de producción o daños en otros equipos de producción.

4.2. Descargo de responsabilidad

Universal Robots no cesa de mejorar la fiabilidad y el rendimiento de sus productos y, por consiguiente, se reserva el derecho de actualizar el producto sin

previo aviso. Universal Robots pone gran cuidado en que el contenido del presente manual sea preciso y correcto, pero no asume ninguna responsabilidad si hay errores o falta información.

All Rights Reserved

Capítulo 5

Declaración de incorporación

5.1. Introducción

Según la directiva sobre máquinas 2006/42/CE, un robot se considera como una máquina parcialmente completa. Los siguientes subapartados corresponden y están de acuerdo con el anexo II de dicha directiva.

5.2. Fabricante del producto

Nombre	Universal Robots A/S
Dirección	Sivlandvænget 1 5260 Odense S Dinamarca
Número de teléfono	+45 8993 8989
Correo electrónico	sales@universal-robots.com
IVA internacional	DK29138060

5.3. Persona autorizada para recopilar la documentación técnica

Nombre	Lasse Kieffer
Dirección	Sivlandvænget 1 5260 Odense S Dinamarca
Número de teléfono	+45 8993 8971
Correo electrónico	kieffer@universal-robots.com

5.4. Descripción e identificación del producto

El robot está pensado para tareas de manipulación sencillas y seguras tales como coger y colocar, cargar/descargar máquinas, ensamblar y paletizar.

Denominación genérica	UR5
Función	Robot industrial de uso general
Modelo	UR5
Número de serie del brazo robótico	
Número de serie de la caja de control	
Nombre comercial	UR5

5.5. Requisitos esenciales

Cada instalación robótica tiene sus propios requisitos de seguridad y, por tanto, los responsables de todos los riesgos que no cubran el diseño general del robot son aquellas personas que lo integren en un sistema. No obstante, el diseño general del robot, incluidas sus interfaces, cumple todos los requisitos esenciales enumerados en el anexo I de la directiva 2006/42/CE.

La documentación técnica del robot es conforme al apartado B del anexo VII de la directiva 2006/42/CE.

All Rights Reserved

Directivas aplicadas	Directiva sobre máquinas 2006/42/CE Directiva sobre CEM 2004/108/CE Directiva RoHS 2002/95/CE Directiva RAEE 2002/96/CE
Normas armonizadas aplicadas (de conformidad con las directivas aplicadas)	ISO 13849-1:2006 ISO 13849-2:2003 ISO 10218-1:2006 (parcialmente) ISO 10218-1:2011 (parcialmente) ISO 10218-2:2011 (parcialmente) ISO 13850:2006 ISO 12100:2010 ISO 3745:2003 IEC 61000-6-2 ED 2.0:2005 IEC 61000-6-4 AMD1 ED 2.0:2010 IEC 61131-2 ED 3.0:2007 (parcialmente) EN ISO 13849-1:2008 EN ISO 13849-1/AC:2009 EN ISO 13849-2:2008 EN ISO 10218-1:2008 (parcialmente) EN ISO 10218-1:2011 (parcialmente) EN ISO 10218-2:2011 (parcialmente) EN ISO 13850:2008 EN ISO 12100:2010 EN ISO 3745:2009 EN 61000-6-2:2005 EN 61000-6-4/A1:2011 EN 61131-2:2007 (parcialmente) EN 1037:2010
Normas generales aplicadas (no se incluyen todas las normas)	ISO 9409-1:2004 (parcialmente) ISO 9283:1999 (parcialmente) ISO 9787:2000 (parcialmente) ISO 9946:2000 (parcialmente) ISO 8373:1996 (parcialmente) ISO/TR 14121-2:2007 ISO 1101:2004 ISO 286-1:2010 ISO 286-2:2010 IEC 60664-1 ED 2.0:2007 IEC 60947-5-5:1997 IEC 60529:1989+A1:1999 IEC 60320-1 Ed 2.0:2001 IEC 60204-1 Ed 5.0:2005 (parcialmente) EN ISO 9409-1:2004 (parcialmente) EN ISO 9283:1999 (parcialmente) EN ISO 9787:2000 (parcialmente) EN ISO 9946:2000 (parcialmente) EN ISO 8373:1996 (parcialmente) EN ISO/TR 14121-2:2007 EN ISO 1101:2005 EN ISO 286-1:2010 EN ISO 286-2:2010 EN 60664-1:2007 EN 60947-5-5:1998 EN 60947-5-5/A1:2005 EN 50205:2003 EN 60529:1991+A1:2000 EN 60320:2003 EN 60204:2006 (parcialmente)

Tenga en cuenta que la directiva de baja tensión no se ha mencionado.

All Rights Reserved

La directiva sobre máquinas 2006/42/CE y las directivas sobre baja tensión son directivas primordiales. Un producto solo puede está cubierto por una directiva primordial y, dado que los riesgos principales del robot se deben a movimientos mecánicos y no a descargas eléctricas, es la directiva sobre máquinas la que lo cubre. Sin embargo, el diseño del robot cumple todos los requisitos pertinentes en materia de construcción eléctrica que se describen en la directiva de baja tensión 2006/95/CE.

Tenga en cuenta también que la directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) 2002/96/CE también se incluye por el símbolo del contenedor de basura tachado que llevan el robot y la caja de control. Universal Robots registra todas las ventas de robots dentro de Dinamarca en el Registro RAEE danés. Todo distribuidor de la UE que no sea de Dinamarca debe hacer lo propio en el Registro RAEE del país donde esté afincada su empresa.

5.6. Datos de contacto de la autoridad nacional

Persona autorizada	Lasse Kieffer +45 8993 8971 kieffer@universal-robots.com
Director técnico	Esben H. Østergaard +45 8993 8974 esben@universal-robots.com
Director general	Enrico Krog Iversen +45 8993 8973 eki@universal-robots.com

5.7. Aviso importante

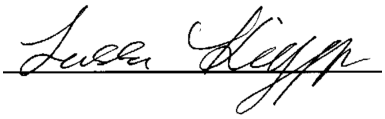
El robot no puede entrar en servicio hasta que se declare que la maquinaria a la que va a incorporarse es conforme con las disposiciones de la directiva sobre máquinas 2006/42/CE y con la legislación nacional de aplicación.

5.8. Lugar y fecha de la Declaración

Lugar	Universal Robots A/S Sivlandvænget 1 5260 Odense S Dinamarca
Fecha	1. de diciembre de 2011

All Rights Reserved

5.9. Identidad y firma de la persona facultada

Nombre	Lasse Kieffer
Dirección	Sivlandvænget 1 5260 Odense S Dinamarca
Número de teléfono	+45 8993 8971
Correo electrónico	kieffer@universal-robots.com
Firma	

All Rights Reserved

All Rights Reserved

Apéndice A

Certificaciones

DANISH TECHNOLOGICAL INSTITUTE

Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
DK-8000 Århus C
Tel. +45 72 20 10 00
Fax +45 72 20 10 19

Universal Robots ApS
Attn.: Lasse Kieffer
Svendborgvej 102
DK-5260 Odense S

16 March 2012
1302213-424098
TGR/BBJ

Test of UR5 Robot

Danish Technological Institute, Centre for Materials Testing has tested a UR5 robot for Universal Robots ApS, see report 1302213-424098.

The test is performed in accordance with the following standards:

- EN ISO 10218-1:2011 5.10, item 5.10.5
- EN ISO 10218-2:2011 5.11, item 5.11.5.5
- EN ISO 10218-1:2006 5.10, item 5.10.5
- ANSI/RIA/ISO 10218-1-2007 5.10, item 5.10.5

The robot is tested in a limited workspace and a force limit of 150N at the tool center point (TCP) of the robot is used during testing. The following results are found during testing:

Test	Max. force [N]	Reason for end of test	Stop code
0	14	Security stop	URcontroller C113A0
1	48	Security stop	URcontroller C113A0
2	68	Security stop	C43A0 Elbow
3	50	Security stop	URcontroller C113A0
4	51	Security stop	URcontroller C113A0
5	16	Security stop	URcontroller C113A0
6	50	Security stop	URcontroller C113A0
7	26	Security stop	URcontroller C113A0
8	28	Security stop	URcontroller C113A0
9	51	Security stop	URcontroller C113A0
10	65	Security stop	URcontroller C113A0
11	63	Security stop	C113A0 Elbow
12	35	Security stop	URcontroller C113A0
13	64	Security stop	URcontroller C113A0
14	23	Security stop	URcontroller C113A0
15	52	Security stop	URcontroller C113A0

The test has verified that the robot is in compliance with the former mentioned items of the standards. All the forces measured during testing are below the chosen force limit of 150N at the TCP.

Yours faithfully
Centre for Materials Testing

Thomas Greve
M.Sc.

Dir. tel.: +45 7220 2321
E-mail: TGR@teknologisk.dk

All Rights Reserved